Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Departamento de Sistemas de Computação

SSC510 – Arquitetura de Computadores
Lista de Exercícios sobre Pipeline

1. Uma das características das arquiteturas RISC é que a maioria das instruções possuem tamanhos iguais. Quais as consequências e vantagens desta característica?
2. Defina pipeline e sua importância no desempenho dos processadores.
3. Enumere e dê exemplo dos tipos de conflitos que podem ocorrer em um pipeline de instruções de um processador.
4. Os 5 estágios de um processador têm as seguintes latências:

	Fetch	Decode	Execute	Memory	Write back
a	300 ps	400 ps	250 ps	500 ps	100 ps
b	200 ps	150 ps	120 ps	190 ps	140 ps

   Assuma que, na versão pipeline, cada estágio consome outros 20 ps com os registradores entre os estágios.
   a) Na versão não pipeline, qual o tempo de ciclo? Qual a latência de uma instrução? Qual o *throughput*?
   b) Na versão pipeline, qual o tempo de ciclo? Qual a latência de uma instrução? Qual o *throughput*?
   c) Se um dos ciclos pudesse ser dividido ao meio, qual você escolheria? Qual o novo tempo de ciclo? Qual a nova latência? Qual o novo *throughput*?

5. Qual o estado dos registradores do pipeline (IF/ID, ID/EX, EX/MEM e MEM/WB) no final do ciclo de clock 5 da sequinte sequência de instruções?

```
I0: lb $s1, 0($t2)
I1: sb $s1, 0($t1)
I2: addi $t1, $t1, 1
I3: addi $t2, $t2, 1
I4: add $a0, $t3, $zero
```

6. Considere o seguinte trecho de código

```
I0: div $t2, $t5, $t8
I1: sub $t9, $t2, $t7
I2: sll $t5, $a0, 2
I3: mul $a1, $t9, $t5
I4: beq $t2, $a1,100
I5: or $t8, $t5, $t2
```

   a) Quais são as dependências de dados? E os *hazards*?[1]. Considere que o pipeline tem 5 estágios.

[1] Dependência é quando o dado de uma instrução depende de outra instrução.
Hazard é uma situação na qual a execução do pipeline é impedida de continuar, causando uma parada.

b) Assuma um pipeline MIPS de 5 estágios sem *forwarding*, e que cada estágio demora 1 ciclo. Ao invés de inserir operações *nops*, você deixa o processador parar quando se tem *hazards*. Quantos ciclos o processador para? Qual o tamanho de cada parada, em ciclos? Qual o tempo de execução (em ciclos) do programa inteiro?
c) Assuma um pipeline MIPS de 5 estágio com *forwarding* total. Escreva o programa com *nops* para eliminar os *hazards*.

7. Dependências estruturais, de dados e de controle normalmente fazem com o que o pipeline pare. Abaixo está especificada uma lista de técnicas de otimização implementadas por compiladores ou em no hardware do processador pipeline de modo a reduzir ou eliminar as paradas devido às dependências. Para cada uma das técnicas de otimização, indique qual dependência é tratada e como isso é feito. Algumas otimizações podem atender mais do que uma dependência, portanto, fique atendo e explique todas as dependências tratadas por cada uma das otimizações.

a) Previsão de desvios
b) Escalonamento de instruções
c) Delay Slots
d) Aumentar a disponibilidade das unidades funcionais (ULAs, somadores, etc.)
e) Forwarding

8. Considere a seguinte sequência de saídas para um desvio único. **T** significa que o desvio foi tomado e N significa que o desvio não foi tomado. Assuma que esse é o único desvio do programa.

T T T N T N T T T N T N T T T N T N

a) Assuma que tentamos prever a sequência utilizando uma tabela de história dos desvios com 1 bit. Os contadores na tabela são iniciados com o valor N. Quais desvios da sequência serão previstos de maneira errada? Utilize a seguinte tabela para ajudar

Estado do previsor antes da previsão	**Decisão da instrução de desvio**	**Previsto errado?**
T	T	
	T	
	T	
	N	
	T	
	N	
	T	
	T	
	T	
	N	
	T	
	N	
	T	
	T	
	T	
	N	
	T	
	N	

b) Agora assuma um previsor de desvio com dois bits. Quais desvios da sequência serão previstos de maneira errada? Utilize o diagrama de estado estudado em sala de aula. O estado inicial

Estado do previsor antes da previsão	Decisão da instrução de desvio	Previsto errado?
T (1º)	T	
	T	
	T	
	N	
	T	
	N	
	T	
	T	
	T	
	N	
	T	
	N	
	T	
	T	
	T	
	N	
	T	
	N	

9. O que é predição de desvio? Qual a diferença entre as técnicas de predição estáticas e as dinâmicas?

	CC0	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7	CC8	CC9	CC10	CC11	CC12	CC13	CC14	CC15	CC16
I0																	
I1																	
I2																	
I3																	
I4																	
I5																	

	CC0	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7	CC8	CC9	CC10	CC11	CC12	CC13	CC14	CC15	CC16
I0																	
I1																	
I2																	
I3																	
I4																	
I5																	

	CC0	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7	CC8	CC9	CC10	CC11	CC12	CC13	CC14	CC15	CC16
I0																	
I1																	
I2																	
I3																	
I4																	
I5																	

	CC0	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7	CC8	CC9	CC10	CC11	CC12	CC13	CC14	CC15	CC16
I0																	
I1																	
I2																	
I3																	
I4																	
I5																	

	CC0	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5	CC6	CC7	CC8	CC9	CC10	CC11	CC12	CC13	CC14	CC15	CC16
I0																	
I1																	
I2																	
I3																	
I4																	
I5																	